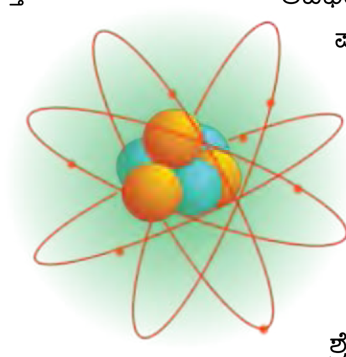
ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಕಥೆ ನಡೆದುಬಂದ ದಾರಿ

ಸುಶೀಲ್ ಜೋಶಿ ಮತ್ತು ಉಮಾ ಸುಧೀರ್

ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ಆಲೋಚಿಸಿದವರು ಯಾರು? ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಮೊದಲು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿದ್ದು ಹೇಗೆ? ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಬಗ್ಗೆ ಬಹಳ ಪ್ರಚಲಿತವಿರುವ ಕಲ್ಪನೆಯ ಚೌಕಟ್ಟಿನಿಂದ ಸಾಗಿಬಂದಿರುವ ದೀರ್ಘವಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪಯಣದ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಗೂ ಈಗಲೂ ಪ್ರಚಲಿತ ಇರುವಂತಹ ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಈ ಲೇಖಕರುಗಳು ಅನ್ವೇಷಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಪೀಠಿಕೆ

ವಸ್ತು ಸ್ವರೂಪದ ಬಗೆಗಿನ ಹಿಂದಿನ ಪರಮಾಣುವಾದಿಗಳ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ವಿಚಾರಕ್ಕೂ ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೂ ಇರುವ ಪ್ರಮುಖ ಭಿನ್ನತೆಯೆಂದರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವೆಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ. ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ-ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪರಿಣಾಮದ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನೀಡುವುದನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು, ಅದರ ಹಿಂದೆ 19 ನೇ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಬಹಳ ಪ್ರಖರ ಚರ್ಚೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಫಲ ಇದೆ ಎಂದು ಮನಗಾಣದೇ, ಬಲು ಸಲೀಸಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಚರಿತ್ರೆಯು ಬಹಳ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ ಅಷ್ಟೇಅಲ್ಲ, ಇದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಗೆ ವಿಚಾರ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯನಡೆಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ಕಥೆಯು ಸುತ್ತು-ಬಳಸಿನ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆ ಕಾಲದ ಹಲವಾರು ಪ್ರಮುಖ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕೊಡುಗೆಗಳಿಂದ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಚಾರದ ಬಗ್ಗೆಯ ಕೆಲವು ಚರ್ಚೆಗಳು ಇಂದಿಗೂ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿವೆ.



ಆರಂಭ

ಪರಮಾಣುವಿನಂತಹ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಅವಿಭಾಜ್ಯವಾದ ಒಂದು ಕಣ ಇದೆ ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯು ಪುರಾತನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಅಂದರೆ ಭಾರತದ ಕಣಾದ, ಗ್ರೀಸ್‌ನ ಲ್ಯೂಸಿಪಸ್ (Leucippuss) ಮತ್ತು ಡೆಮೊಕ್ರೆಟಸ್ (Democritus) ಇವರುಗಳ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿದೆ. ಹೀಗಿದ್ದರೂ, ಆಧುನಿಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯ ಆರಂಭದ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ಆಧುನಿಕ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಿಂದ ಆರಂಭಗೊಂಡು ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಮಂಡನೆಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ.

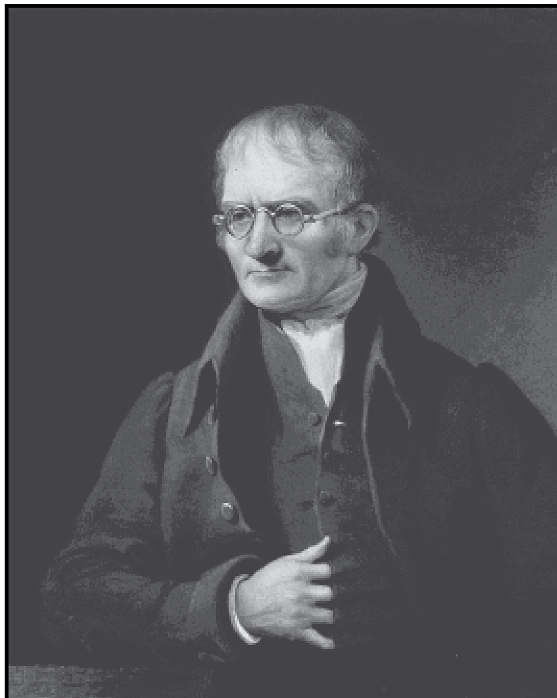
18ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅನೇಕ

ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಿಯಮಗಳು ಮಂಡನೆಯಾದವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ರಕ್ಷಣೆಯ ನಿಯಮ, ಸ್ಥಿರ ಅನುಪಾತದ ನಿಯಮ, ಪರಸ್ಪರ ಅನುಪಾತದ ನಿಯಮಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ.

ಈ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ ಜಾನ್ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು, ವಸ್ತುವು ಅಂತಿಮ ಅಖಂಡಕಣಗಳ ಸಮೂಹವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದಾಗಲಷ್ಟೇ ಇವುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು ಎಂದು ಚಿಂತಿಸಿದನು. ಆತ ಇಷ್ಟು ಹೇಳಿ ಸುಮ್ಮನಾಗಿ ಬಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಗತಿಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು, ವಿವರಿಸಲು ಮತ್ತು ಊಹಿಸಲು ಆಧುನಿಕ ಪರಮಾಣುವು ಅವಶ್ಯ ಸಾಧನವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಮುಂದುವರೆದು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತಾನೆ:

1. ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಅಂತಿಮವಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಲಾಗದಂತಹ ಮತ್ತು ಒಂದನ್ನು ಇನ್ನೊಂದಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲಾಗದಂತಹ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿವೆ.
2. ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ನಾಶಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.
3. ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಮಾನ ತೂಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕೃತಿ ಮುಂತಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆ.
4. ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಯು ಪರಮಾಣುಗಳು ಇಡಿಯಾಗಿ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅಥವಾ ಇಡಿಯಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗುವುದರಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು ಮೇಲೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪ್ರಯೋಗಸಿದ್ಧ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದವು. ಮಿಗಿಲಾಗಿ, ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಬಹು ಅನುಪಾತದ ನಿಯಮವನ್ನು (law of multiple proportions) ಊಹಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಯಿತು, ಯಾವಾಗ ಈ ಊಹೆಯು ನಿಜವೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿತವಾಯಿತೋ ಆಗ ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಬಲ ಬಂದಿತು. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಭದ್ರವಾದ ಅಡಿಪಾಯವನ್ನು ಹೊಂದಿತ್ತು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ನಿಯಮಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ಹೇಳಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಪರಿಮಾಣಾತ್ಮಕ ವಿವರಣೆಗಳಿಗೂ ದಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು.



ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜಾನ್ ಡಾಲ್ಟನ್ (1766-1844) by Charles Turner (1773-1857) after James Lonsdale (1777-1839) - Public domain. This image is available from the United States Library of Congress's Prints and Photographs division under the digital ID cph.3b12511

ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಇದನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತಿದ್ದನು. 1808ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ 'ಎ ನ್ಯೂ ಸಿಸ್ಟಂ ಆಫ್ ಕೆಮಿಕಲ್ ಫಿಲಾಸಫಿ' ('A New System of Chemical Philosophy') ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವಾಗ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಿಯಮಗಳು ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರ ಅನುಪಾತದ ನಿಯಮಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಶತಮಾನದ ಹಿಂದೆ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್ (Robert Boyle) ಅವರು ಮಾಡಿದ ಅವಲೋಕನಗಳು ಮತ್ತು ಪಡೆದ ತೀರ್ಮಾನಗಳನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿ ಹೀಗೆ ಹೇಳುತ್ತಾನೆ:

> *"ಈ ಅವಲೋಕನಗಳು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವಾದ... ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳು ಅತೀ ಸಣ್ಣದಾದ ಅನೇಕ ಕಣಗಳಿಂದ ಅಥವಾ ದ್ರವ್ಯದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ. ಇವು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲದಿಂದ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿವೆ. ಇದು ಸನ್ನಿವೇಶಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಶಾಲಿಯಾಗಿರುವುದು ಎಂದು ಸೂಚ್ಯವಾಗಿ ತೋರಿಸುತ್ತಿವೆ."*

"ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಮಾಧಾನಕರವಾದ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಇಂದಿನವರೆಗೆ ನಾವು ಬಳಸದಿರುವ ನಿರ್ಲಕ್ಷ್ಯದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮಾಧ್ಯಮವು ಮಸುಕಾಗಿ ಕಾಣಲು ಕಾರಣವಾಗಿದೆ".

ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಹೇಳಿದ 'ನಿರ್ಲಕ್ಷವು' ಅವನ 3ನೇ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಬಗ್ಗೆ ಆಗಿತ್ತು. ಅವನ ಬಳಿ ಅಗಾಧ ಮಾಹಿತಿಗಳ ಸಂಗ್ರಹವಿತ್ತು ಮತ್ತು ಈ ನಿಖರವಾದ ಮಾಹಿತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವನು ಹೀಗೆ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದನು:

"ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ, ಅದರ ಸರಳ ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೂಕವನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವುದು ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ದುರಾದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಈ ಅನ್ವೇಷಣೆಯು ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಹೋಗಲಿಲ್ಲ. ಒಟ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೂಕದಿಂದ,ಅದರ ಅಂತಿಮ ಕಣಗಳ ಅಥವಾ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೂಕವನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ತೂಕದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಊಹೆಯನ್ನು ಮಾಡಬಹುದಿತ್ತು ಹಾಗು ಅದನ್ನು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಿಗೆ ನೆರವಾಗಲು ಮತ್ತು ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ಮಾಡಲು, ಹಾಗೂ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ತಿದ್ದಿಕೊಳ್ಳಲು, ಬಳಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು.'

ಸರಳ ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಎರಡರಲ್ಲಿರುವ, ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಕಣವನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಸರಳ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹಾಗೂ ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಅಷ್ಟೇನು ಸಂಯುಕ್ತವಲ್ಲದ ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕಣಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ತೂಕದ ಮಹತ್ವ ಮತ್ತು ಲಾಭಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು ಈ ಕೃತಿಯ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿದೆ.

ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ನೀಡಿದ ಅನಂತರ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು, ವಿವಿಧ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕಣಗಳ ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದನು.

ಪರಮಾಣುತೂಕವನ್ನು ಡಾಲ್ಟನ್ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿದ ರೀತಿ

ಪರಮಾಣುಗಳು ಅತೀ ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ತೂಗಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದು ನಿರರ್ಥಕ ಎಂಬುದು ಡಾಲ್ಟನ್ನನಿಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಆದರೆ, ಅವನು ಸರಾಸರಿ ತೂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸಿದಾಗ ಅವುಗಳನ್ನು ತೂಕದ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವೇ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಬೇಕೆಂದು 19 ನೇ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಜಲಜನಕವು ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸಿದಾಗ, ಅದು ಯಾವಾಗಲೂ 1 ಗ್ರಾಂ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು 8 ಗ್ರಾಂ ಆಮ್ಲಜನಕ ಎಂಬ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ತಿಳುವಳಿಕೆಯಿಂದ ನಾವು ಹೇಗೆ ಈ ಎರಡು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು?

ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಬೇಕಾದ ಎರಡು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ತೂಕವು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸಿದ ಒಂದೊಂದೂ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಎಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಏನನ್ನೂ ಹೇಳುವುದಿಲ್ಲ. ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿ, 1 ಗ್ರಾಂ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು 8 ಗ್ರಾಂ ಆಮ್ಲಜನಕ ಎಂಬ ಹೇಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಕಾರಣಕ್ಕೂ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಇಲ್ಲವಾದಲ್ಲಿ, ನೀವು ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ನೀರಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂತ್ರವನ್ನು ತಿಳಿದಿರಬೇಕು ಅಥವಾ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ನಿಶ್ಚಿತವಾದ ತೂಕದಲ್ಲಿಯ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿದಿರಬೇಕು. ನಾವು ಈಗ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಈ ಎರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವೊಂದನ್ನೂ ತಿಳಿಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅದು ಅವನನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸಲಿಲ್ಲ. ಬದಲಾಗಿ, ಮಾಡತಕ್ಕ ಕೆಲಸವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಕೆಲವೊಂದು ಊಹೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಊಹೆಗಳು ತಪ್ಪಾದವು. ಆದರೆ, ಆತನ ಚಾತುರ್ಯಪೂರ್ಣ ತರ್ಕ ಮತ್ತು ಸುಧಾರಣಾ ರೀತಿಗಳಿಂದ ಮಹತ್ವದ ಪರಿಣಾಮಗಳುಂಟಾದವು.

ಇನ್ನೂ ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಯೆಯತ್ತ ನೋಡೋಣ. ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದ ಭದ್ರವಾದ ಬುನಾದಿಯ ಮೇಲೆ ದೃಢವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ

ಸಿದ್ಧಾಂತವೆಂದರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ, ನಾವು ನೀರಿಗೆ ಅನೇಕ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆಯಬಹುದು.

ಡಾಲ್ಟನ್‌ನ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹೀಗಿದೆ:

A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜನೆ ನಡೆಯಬಹುದು. ಆರಂಭಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ನೋಡೋಣ ಅವುಗಳೆಂದರೆ:

- A *ಯ 1 ಪರಮಾಣು +* B *ಯ 1 ಪರಮಾಣು =* C *ಯ 1 ಪರಮಾಣು, ಜೋಡಿ.*
- *A ಯ 1 ಪರಮಾಣು + B ಯ 2 ಪರಮಾಣು = D ಯ 1 ಪರಮಾಣು, ತ್ರಯ.*
- *A ಯ 2 ಪರಮಾಣು + B ಯ 1 ಪರಮಾಣು = E ಯ 1 ಪರಮಾಣು, ತ್ರಯ.*
- *A ಯ 1 ಪರಮಾಣು + B ಯ 3 ಪರಮಾಣು = F ನ 1 ಪರಮಾಣು, ಚತುಷ್ಕ.*
- *A ಯ 3 ಪರಮಾಣು + B ಯ 1 ಪರಮಾಣು = ಚತುಷ್ಕ ಇತ್ಯಾದಿಯಾಗಿ.*

ರಾಸಯನಿಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಗ ಸೂಚಿಗಳಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

1. *ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಕೂಡುವುದರಿಂದ ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಬೇರೆ ಕಾರಣಗಳು ಕಂಡುಬರದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಇದು ಜೋಡಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕು.*
2. *ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಎರಡು ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೆ, ಒಂದು ಜೋಡಿ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ತ್ರಯ ಆಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕು.*
3. *ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮೂರು ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೆ, ಒಂದು ಜೋಡಿ ಮತ್ತೆರಡು ತ್ರಯ ಆಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕು.*
4. *ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನಾಲ್ಕು ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದರೆ, ಒಂದು ಜೋಡಿ ಮತ್ತೆರಡು ತ್ರಯ ಮತ್ತು ಒಂದು ಚತುಷ್ಕವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕು.*

ಈಗಾಗಲೇ ನಿರ್ಧಾರಿತವಾದ ರಾಸಯನಿಕ ವಾಸ್ತವಾಂಶಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತಾ ಅವನು ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ಮುಂದುವರಿದನು. ಡಾಲ್ಟನ್‌ನ ಪ್ರಕಾರ, ಪ್ರಕೃತಿ ಸರಳವಾದದ್ದು. ಒಂದು ವೇಳೆ ಎರಡು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಸಂಯೋಜಿತಗೊಂಡು ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದರೆ, ಒಂದೊಂದರ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಕೂಡುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಪಾತದಿಂದ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಅದೇ ಎರಡು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಸಂಯೋಜಿತಗೊಂಡು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದರೆ, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವ ಇತರ ಅನುಪಾತಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು.

ನೀರಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನೇ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೇ ಶತಮಾನದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿ, ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳಿಂದಾದ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಪರಿಚಿತವಾಗಿತ್ತು. ಅದೇ ನೀರು. ಹಾಗಾಗಿ, ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದರೆ, ಜಲಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣು, ಆಮ್ಲಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡಾಗ, ನೀರಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ತೂಕದಲ್ಲಿ 1 ಗ್ರಾಂ ಜಲಜನಕವು 8 ಗ್ರಾಂ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡು 9 ಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ನೀರು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ 1 ಗ್ರಾಂನ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳು 8 ಗ್ರಾಂ ಆಮ್ಲಜನಕದಲ್ಲೂ ಇರಬಹುದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ, ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ಜಲಜನಕದ ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತಲೂ 8 ಪಟ್ಟು ಭಾರವಾಗಿರಬಹುದು.

ಆಗ ಮತ್ತು ಈಗಲೂ, ತಿಳಿದಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಜಲಜನಕವು ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾದ ಮೂಲವಸ್ತು. ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕವನ್ನು 1 ಎಂದು ಊಹಿಸಿ, ಇದನ್ನೇ ಪ್ರಮಾಣವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಹಲವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದನು.

1. ಜಲಜನಕ, ಇದರ ತುಲನಾತ್ಮಕ ತೂಕ 1
2. ಅಝೋಟ್ (ಸಾರಜನಕ) 5
3. ಇಂಗಾಲ ಅಥವಾ ಇದ್ದಲು 5
4. ಆಮ್ಲಜನಕ 7
5. ರಂಜಕ 9
6. ಗಂಧಕ 13
7. ಮೆಗ್ನೀಷಿಯಾ 20
8. ಸುಣ್ಣ 23
9. ಸೋಡಾ 28
10. ಮರದುಪ್ಪು (ಪೊಟಾಷ್) ಕ್ಷಾರ 42
11. ಸ್ಟ್ರಾಂಟಿಟೀಸ್ 46
12. ಬೇರೈಟ್ಸ 68
13. ಕಬ್ಬಿಣ 38
14. ಸತು 56
15. ತಾಮ್ರ 56
16. ಸೀಸ 95
17. ಬೆಳ್ಳಿ 100
18. ಪ್ಲಾಟಿನ 100
19. ಚಿನ್ನ 140
20. ಪಾದರಸ 167

ಬೃಹತ್ ಸವಾಲು

ಇದು ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಮಹತ್ತರದ ಚಟುವಟಿಕೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಕಾಲ ಮತ್ತು ಉಗಮಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅಡಿಪಾಯ ಹಾಕುವುದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ರಸಾಯನತಜ್ಞರು ಪ್ರಯತ್ನ ಪಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೂ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ತರ್ಕ ದೋಷಮುಕ್ತ ಎಂಬ ಖ್ಯಾತಿಗೆ ಪಾತ್ರನಾಗಿದ್ದರೂ, ಅವನ ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಕೋಷ್ಠಕಕ್ಕೆ ಕೆಲವೊಂದು ಗಂಭೀರ ಸವಾಲುಗಳು ಎದ್ದವು.

ಜೋಸೆಫ್ ಗೇ ಲೂಸಾಕನು ಅನಿಲಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆಸಿದ ಕೆಲವು ನಾಜೂಕಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಮೊದಲ ಸವಾಲಾದವು. ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಬಳಸಿದನು ಮತ್ತು ಅಣು ತೂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದನು. ಆದರೆ, ಗೇ ಲೂಸಾಕನು (1778–1850), ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವ ಅನಿಲಗಳ ಗಾತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ



ಫ್ರೆಂಚ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಜೋಸೆಫ್ ಲೂಯಿ ಗೇ ಲುಸಾಕ್ ಅವರ ಭಾವ ಚಿತ್ರ. French physicist and chemist- Public Domain. François SéraphinDelpech - chemistryland.com.
Source: https://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Louis_Gay-Lussac

ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದನು. ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವನು ಪರಿಮಾಣಗಳ ಸಂಯೋಜನಾ ನಿಯಮವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ, ಅನಿಲಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳು, ಅವುಗಳ ಸರಳ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಿಣಾಮದಲ್ಲಿ (ಉತ್ಪನ್ನ) ಯಾವುದಾದರು ಅನಿಲಗಳಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳ ಅನುಪಾತವು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವ ಅನಿಲಗಳ ಸರಳವಾದ ಪೂರ್ಣಾಂಕದಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 2 ಲೀ ಜಲಜನಕವು 1 ಲೀ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡಾಗ (ವರ್ತಿಸಿದಾಗ), 2 ಲೀ ನಷ್ಟು ನೀರಿನ ಆವಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಪರಿಮಾಣದ ಅನುಪಾತವು 2:1:2.

ಈ ಕೆಳಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುವ ಕೆಲವು ಅನಿಲಗಳ ಪರಿಮಾಣದ ಅನುಪಾತವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ (ವರ್ತನೆ)	ವರ್ತಕಗಳ ಪರಿಮಾಣದ ಅನುಪಾತಗಳು
ಜಲಜನಕ + ಆಮ್ಲಜನಕ→ ನೀರು	2:1
ಜಲಜನಕ + ಕ್ಲೋರೀನ್→ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್	1:1

ಇಂಗಾಲದ ಮಾನಾಕ್ಸೈಡ್ + ಆಮ್ಲಜನಕ → ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ 2:1

ಮೀಥೇನ್ + ಆಮ್ಲಜನಕ → ನೀರು + ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ 1:2

ತೀರ್ಮಾನಗಳು ಎದ್ದುಕಾಣುವಂತೆ ಅವನ ಸಮ್ಮುಖದಲ್ಲೇ ಇದ್ದರೂ, ಗೇ ಲೂಸಾಕನು ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಏನನ್ನೂ ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಿಲ್ಲ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡರೆ, ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡ ಅನಿಲಗಳ ಪರಿಮಾಣವು ಸರಳ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ನಡುವೆ ಯಾವುದಾದರೂಂದು ಸಂಬಂಧವಿರಲೇಬೇಕು.

ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನು (1779-1848) ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ಒಂದೇ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅನಿಲಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು, ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಗೇ ಲೂಸಾಕನ ನಿಯಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದನು. ಈ ಮೊದಲೇ ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಪರಮಾಣುಗಳು ಸರಳ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಯೋಜಿತವಾಗಿ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುವು. ಹಾಗಾದರೆ, ಒಂದು ವೇಳೆ ನಿಗದಿತ ಗಾತ್ರದ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ 1000 ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ ಎಂದು ಕೊಂಡರೆ, ಅವುಗಳು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ನ 1000 ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಗಾತ್ರದಷ್ಟೇ ಕ್ಲೋರಿನ್‌ನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪರಿಮಾಣವಿರುವುದರಿಂದ, ಒಂದೇ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇದನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ ಈ ವಿಚಾರವು ಹೀಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ

ಜಲಜನಕ + ಆಮ್ಲಜನಕ → ನೀರು

2 ಗಾತ್ರ + 1 ಗಾತ್ರ → 2 ಗಾತ್ರ

2 n ಕಣಗಳು + 1 n ಕಣಗಳು → 2 n ಕಣಗಳು

2 ಗಾತ್ರಗಳಷ್ಟು ಜಲಜನಕವು 20 ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಹುದು ಮತ್ತು 1 ಗಾತ್ರದಷ್ಟು ಆಮ್ಲಜನಕವು 10 ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನ ಪ್ರಕಾರ, ನೀರಿನಲ್ಲಿನ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು 2:1 ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರಬಹುದು. ಹೀಗಾಗಿ ನೀರಿನ ಸೂತ್ರವು, H_2O (ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಊಹೆಯಂತೆ HO ಅಲ್ಲ) ಆಗುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವು ಜಲಜನಕದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತ 16 ಪಟ್ಟು ಭಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನ ವಿವರಣೆಯು ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸರಳ ವಿಧಾನವನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ಜಲಜನಕದ ಒಂದು ಗಾತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಅವುಗಳು ಜಲಜನಕದ 1 ಗಾತ್ರದೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಳ್ಳುವ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಬಹುದು.

ವಿರುದ್ಧ ವಾದಗಳು

ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನ ನಿರ್ಧಾರಗಳು, ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ತನ್ನ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಎಂಬ ಮೂಲ ಆಲೋಚನೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾದುವೆಂದು ಅನಿಸಿದ್ದರಿಂದ, ಅವನಿಗೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನ ನಿರ್ಧಾರದ ಬಗ್ಗೆ ತುಂಬಾ ಅನುಮಾನಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡವು. ಇದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಲು ನೀರಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನೇ ಮುಂದುವರೆಸೋಣ. ನೀರಿನ ಆವಿಯ ವಿಘಟನೆಯಿಂದ ಅದರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾ ಆರಂಭಿಸೋಣ.

ನೀರಿನ ಆವಿ → ಜಲಜನಕ + ಆಮ್ಲಜನಕ

2 ಗಾತ್ರ → 2 ಗಾತ್ರ + 1 ಗಾತ್ರ

2 ಪರಮಾಣು → 2 ಪರಮಾಣು + 1 ಪರಮಾಣು

1 ಪರಮಾಣು → 1 ಪರಮಾಣು + ½ ಪರಮಾಣು

ಸಮಸ್ಯೆಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ನೀರಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವು ವಿಘಟಿತಗೊಂಡರೆ (ಅಥವಾ ವಿಲೋಮವಾಗಿ ನೀರಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದರೆ), ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವು ದೊರಕುತ್ತದೆ (ಅಥವಾ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ). ಹೀಗಾಗಿ, ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನ ಪ್ರಸ್ತಾವವು ಪರಮಾಣುವಿನ ಅವಿಭಾಜ್ಯತೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವೆಂದು ತೋರಿದ್ದರಿಂದ, ಡಾಲ್ಟನ್ನನು ಅದನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸಲಿಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಯುದ್ಧರಂಗ

ಡಾಲ್ಟನ್ ಮತ್ತು ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್ ಅಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನೂ ಅನೇಕರು ಅವರದೇ ಆದ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ, ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ವರದಿಮಾಡಿದರು. ಅವರ ವಿಧಾನಗಳು, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಮಾಣದ ಹೋಲಿಕೆಗಳು ಇತರ ವಿಷಯಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದವು. (ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್‌ನು, ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು 100 ಎಂದು ಊಹಿಸಿದ್ದು). ಬಹುಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಮತ್ತು ಸೂತ್ರಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾದ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಓದುವುದೂ ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಒಂದು ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲಕ್ಕೆ 13 ರಾಸಾಯನಿಕ ಸೂತ್ರಗಳಿದ್ದವು ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ. ಈ ಗೊಂದಲದಲ್ಲಿ, ಅನೇಕ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಬಳಸುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ, ಸಂಯೋಜಿತ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಮಾತ್ರ ವರದಿಮಾಡಲು ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಡೂಮಾಸ್, ಓಹಲರ್ ಮತ್ತು ಇನ್ನಿತರರು ಪರಮಾಣುವೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆಯೇ ಅಮೂರ್ತ ಮತ್ತು ಗೊಂದಲಮಯವೆಂದು, ಅದನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಲೂ ಸಹ ಸಲಹೆನೀಡಿದರು.



ಇಟಾಲಿಯನ್ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಅಮೆಡಿಯೋ ಅವಗಾಡರೋ
(1776-1856, the Italican Scientist – *Public Domain.From a drawing by C. Sentier, executed in Torino at Litografia Doyen in 1856.Edgar Fahs Smith collection.*

ಅರ್ಧ ಶತಮಾನದವರೆಗೆ ಕಡೆಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಒಂದು ಪರಿಹಾರ

ಅಮೆಡಿಯೋ ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಎಂಬ ಇಟಲಿಯ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಬಗ್ಗೆ ನಾವೆಲ್ಲಾ ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಇವರ ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆರ್ಜಿಲಿಯಸ್ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ (ಒಂದು ವೇಳೆ ನೀವು ಇದನ್ನು ಮರೆತಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಒಂದು ನಿಗದಿತ ಒತ್ತಡ ಹಾಗೂ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ, ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳು ಒಂದೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ). ಪರಮಾಣು (Atom) ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ಅಣು (molecule) ಎಂದು ಬದಲಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ನೋಡಲೇನೋ ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಶಬ್ದಾರ್ಥದ ವಿಶೇಷ ಬಳಕೆ ಮಾಡಿದ್ದಾನೆ ಎಂದು ತೋರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಬದಲಾಗಿ ಅವರು ಕೆಲವು ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳು ಹಾಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಜನೆಗಳ ಸ್ವಭಾವಗಳು ಹೇಗೆ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಚಿಂತನೆಯನ್ನೇ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕ್ರಾಂತಿ ಗೊಳಿಸಿದ ಗಹನವಾದ ವಿಚಾರವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕದ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದ್ದರ ಜೊತೆಗೆ, ಗೇ-ಲುಸಾಕ್‌ರ ಫಲಿತಾಂಶ ಮತ್ತು ಡಾಲ್ಟನ್ನರ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ನಡುವೆ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದ ವೈರುಧ್ಯವನ್ನೂ ಬಗೆಹರಿಸಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಹೀಗಿರುವಾಗ ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಏನು ಹೇಳಿದ್ದಾನೆ ಮತ್ತು ಯಾಕೆ ಇದು 50 ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ಉಪೇಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು? ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ, ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಅವೊಗಾಡ್ರೊವಿನ ಪ್ರಸ್ತಾವಿತ ವಿಚಾರ. 1811ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳು ಎರಡು ರೀತಿಯವು – ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳು ಎಂದು ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಊಹಿಸಿದ್ದನು. ಅವನ ಅತ್ಯಂತ 'ಅಸಂಬದ್ಧ' ವೆನಿಸುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೆಂದರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೂ ಅಣುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದಾಗಿತ್ತು. ಇದರ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅವನು ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಇದೇ ನಾವು ತಿಳಿದಿರುವ ಅವೊಗಾಡ್ರೊವಿನ ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತ. ಒಂದು ನಿರ್ಧರಿತ ಒತ್ತಡ ಹಾಗೂ ತಾಪಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳೂ ಸಹ ಒಂದೇ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದಾಗಿದೆ. (ಅಂದರೆ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.)

ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಪ್ರಕಾರ, ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ನಡುವೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಜಲಜನಕ + ಆಮ್ಲಜನಕ → ನೀರು

2 ಪರಿಮಾಣ + 1 ಪರಿಮಾಣ → 2 ಪರಿಮಾಣ

2 n ಅಣುಗಳು + 1 n ಅಣುಗಳು → 2 n ಅಣುಗಳು

1 ಅಣು+ ½ ಅಣು → 1 ಅಣು

ಅರ್ಥಾತ್ ಅವರು ಹೇಳಿದ್ದು ಏನು ಎಂದರೆ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳೆರಡೂ ಸಹ ಅಣುಗಳ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಈ ಅಣುಗಳು ತನ್ನ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಕಳೆದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ವಿಭಜನೆ ಗೊಂಡದ್ದು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಅಲ್ಲ ಬದಲಾಗಿ ಎರಡು ಪರಮಾಣು ಇರುವ ಅದರ ಒಂದು ಅಣು. ಇದು ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ನಾವು ಇದನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಾಗ ವಿಷಯದ ಕ್ಲಿಷ್ಟತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಮೂಲ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬಹಳ ಸಮಯದವರೆಗೆ ಉಪೇಕ್ಷಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಅಷ್ಟೇನು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಲ್ಲದ ಯಾವುದೋ ದಿನ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಇಟಾಲಿಯನ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಗೊಂಡಿತ್ತು ಮತ್ತು ಅವೊಗಾಡ್ರೊವಿನ ಬರಹ ಮತ್ತು ನಿರೂಪಣೆ ತೀರ ಒರಟಾಗಿತ್ತು. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಆಗಿನ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ನಿಲುವಿಗೂ ನ್ಯಾಯ ದೊರಕಿಸಬೇಕೆಂದರೆ ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಅವರ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿ ಯಾವ ಸಿದ್ಧಾಂತವೂ ಇರಲಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಹೇಳಲೇಬೇಕು. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ವಿರುದ್ಧ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾರ್ಜಿನಿಂದ ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ನಂಬಿಕೆಯಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗಾಗಿ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಚಾರ್ಜು ಇರುವ ಅದೇ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೇ ಬೆರೆತು ಒಂದು ಅಣುವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವ ವಿಚಾರ ಅವರಿಗೆ ಸುಲಭಗ್ರಾಹ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಚಾರವನ್ನು ಉಪೇಕ್ಷಿಸಲು ಇದೂ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು. ಅವೊಗಾಡ್ರೊವಿನ ಪ್ರಯತ್ನ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ನೀಡುವುದರ ಬದಲಿಗೆ, ಡಾಲ್ಟನ್ನರ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಬೆರ್ಝೀಲಿಯಸ್ ನಿರೂಪಿಸಿದ ಗೇ-ಲುಸಾಕ್‌ರ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶ ಇವೆರಡರ ನಡುವೆ ಸಮನ್ವಯ ತರುವುದಕ್ಕಾಗಿ ರಚಿಸಿದ್ದಾಗಿತ್ತು.

ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಎನ್ನುವ ವಿಚಾರವು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿಯೂ ಎಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತವೆಂದರೆ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಇದನ್ನು ತೊರೆಯಲು ಸಿದ್ಧರಿರಲ್ಲ ಮತ್ತು ಈ ಆಲೋಚನೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಲು ಅನೇಕ ಪ್ರಯತ್ನಗಳೂ ನಡೆದವು.

ಇತರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು

ಅ) ಡುಲಾಂಗ್ ಮತ್ತು ಪೆಟಿಟ್ ವಿಧಾನ

ಪೈರಿ ಡಲಾಂಗ್ (1789-1838) ಮತ್ತು ಅಲೆಕ್ಸಿಸ್ ಪೆಟಿಟ್ (1791-1820) ಎನ್ನುವವರು ಹೀಗೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದ್ದರು. 1891ರಲ್ಲಿ ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಸೂತ್ರ ವನ್ನು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದು ಲೋಹದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟೋಷ್ಣದೊಂದಿಗೆ (specific heat) ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಅದು ಸರಿಸುಮಾರು 6.4 ಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಸೂತ್ರವಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

ಒಂದು ಲೋಹದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ತಾಪವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ, ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂದಾಜು ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಈ ಸೂತ್ರವು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಬಹುದು. ವಿವಿಧ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ಸ್ಪರ್ಧಾತ್ಮಕ ಮೌಲ್ಯಗಳಲ್ಲಿ, ಸರಿಯಾದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಇದು ಉಪಯೋಗವಾಗಬಹುದು. ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಗಮನಿಸೋಣ.

ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂದಾಜು ತೂಕವನ್ನು ಅದರ ವಿಶಿಷ್ಟೋಷ್ಣದಿಂದ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಿ 113.3 ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಒಂದು ವಾಸ್ತವಿಕ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತೂಕದ ಬೆಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ 13.51:1 ಅನುಪಾತದಲ್ಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಬೆಳ್ಳಿಯ ಒಂದು ಪರಮಾಣು, ಆಮ್ಲಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಾವು ತಿಳಿದಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣು; ಆಮ್ಲಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ 13.51 ಪ್ರಮಾಣದಷ್ಟು ಭಾರವಾಗಿದೆ ಎಂದರ್ಥ.

ವಿಶಿಷ್ಟೋಷ್ಣದ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂದಾಜು ತೂಕ 113.3 ಎಂದು ನಾವು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ, ಮತ್ತು ಅದು ಹೆಚ್ಚು-ಕಡಿಮೆ ಮೇಲೆ ಪಡೆದ ತೂಕದ ಅರ್ಧದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು 216.16 (16 x 13.51) ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ನ ಸೂತ್ರ Ag_2O, ಮತ್ತು ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವು 216.16/2=108.08 ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬ) ವಿಕ್ಟರ್ ಮೇಯರ್ ಪದ್ಧತಿ

ವಿಕ್ಟರ್ ಮೇಯರ್ ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಆವಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಚಲಿತದಲ್ಲಿರುವ ಕೌಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದರು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಹೋಲಿಸಲು ಬೆರ್ಝಿಲಿಯಸ್ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದ್ದರು. ಅವರು ಅನಿಲಗಳಿಗಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಆವಿಗೂ ಈ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿದರು.

ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಲ್ಲಿ ಇರುವ ಮೂಲ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ನೀವು ನೋಡಬಹುದು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳನ್ನು ಮಾಪನ ಮಾಡುವಾಗ, ನಾವು ಪರಸ್ಪರ ಹೋಲಿಸಬಹುದಾದ ತೂಕ ಹೊಂದಿರುವ ಗುಂಪಿನ ಒಂದೊಂದೇ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕುರಿತು ಕೆಲವು ನಿರ್ಧಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕು. ಒಂದು ವೇಳೆ 500ಗ್ರಾಂ ತೂಕ ಹೊಂದಿರುವ ಬಾಳೆಹಣ್ಣಿನ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಮತ್ತು 1ಕೆಜಿ ತೂಕ ಹೊಂದಿರುವ ಕಿತ್ತಳೆ ಹಣ್ಣಿನ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಈ ಅಂಕಿ ಅಂಶದಿಂದ ನಾವು ಒಂದು ಕಿತ್ತಳೆ ಹಾಗೂ ಒಂದು ಬಾಳೆಹಣ್ಣಿನ ತೂಕವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೋಲಿಸಲಾಗದು. ಹಾಗಿದ್ದೂ ಬಾಳೆ ಮತ್ತು ಕಿತ್ತಳೆಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೂ 12 ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಿತ್ತಳೆ ಹಣ್ಣು ಬಾಳಹಣ್ಣಿಗಿಂತ ಎರಡು ಪಟ್ಟು ತೂಕವಿದೆ ಎಂದು ನಾವು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಮಾಡಲಾಗದು. ನಾವು ಕೇವಲ ಇದನ್ನು ಊಹಿಸಬಹುದು.

ಈ ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕ ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತ, ಏಕೆಂದರೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಹಾಗು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲು ಇದು ಅನುಕೂಲ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ, ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಸಮಸ್ಯೆ ಎಂಥ ಗೊಂದಲ ಮತ್ತು ಗದ್ದಲಗಳನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡಿತ್ತು ಎನ್ನುವುದು ನಿಮಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಆಳವಾದ ಕಾಳಜಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದ ಒಬ್ಬ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಎಂದರೆ, ಅಗಸ್ಟ್ ಕೆಕುಲೆ. ಅವರು ಈ ಗೊಂದಲದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಯ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಅವರು ಅನೇಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಒಂದು ಗೋಷ್ಠಿಯನ್ನು ಕರೆದರು. ಇದು 1860 ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಲಸ್‌ರುಯೆ ನಲ್ಲಿ (ಜರ್ಮನಿ) ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡ ಮೊದಲ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗೋಷ್ಠಿಯಾಗಿತ್ತು.

ಕನ್ನಿಝುರೊವಿನ ಪ್ರವೇಶ

ಕಾರ್ಲಸ್‌ರುಯೆ ಗೋಷ್ಠಿಯನ್ನು ಸರ್ವಸಮ್ಮತವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಒಗ್ಗೂಡಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರಯತ್ನವೆನ್ನ ಬಹುದು. ಸರಿಯಾದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಯುವ ಅಧ್ಯಾಪಕನಾದ ಸ್ಟಾನಿಸ್ಲಾವ್ ಕನ್ನಿಝುರೊ ಹಸ್ತಕ್ಷೇಪ ಮಾಡಿರದಿದ್ದರೆ, ಈ ಗೋಷ್ಠಿಯು ಅಸಫಲವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. 1811ರಲ್ಲಿ ಆವಗಾಡ್ರೊ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಪ್ರಬಂಧದ ಕಡೆಗೆ ಗೋಷ್ಠಿಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದವರ ಗಮನ ಸೆಳೆದಿದ್ದು ಕನ್ನಿಝುರೊವಿನ ಪ್ರಮುಖ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿತ್ತು. ಆವಗಾಡ್ರೊ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ ಪ್ರಬಂಧವು, ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು (ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು) ಒಂದು ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾದ ವಿಧಾನ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿಸಿದನು. ಈ ಮಾದರಿಯು, ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಸಮಸ್ಯೆಯ ವಾಸ್ತವಿಕತೆಯನ್ನು ತರ್ಕ ಮತ್ತು ವ್ಯವಹಾರ ಕುಶಲತೆಯನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ ಬಗೆಹರಿಸಿದನ್ನು ಎತ್ತಿತೋರಿಸಿದೆ.

ಕನ್ನಿಝುರೊವಿನ ಪದ್ಧತಿ

ಗೋಷ್ಠಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಟಾನಿಸ್ಲಾವ್ ಕನ್ನಿಝುರೊ ಒಂದು ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿದನು, ಅದರಲ್ಲಿ ಅವನು ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸರಿಯಾದ ತೂಕವನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಲು ಅವೊಗಾಡ್ರೊವಿನ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದನು. ಅವುಗಳೆಂದರೆ:

- ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತೂಕವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ.
- ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕದ ಅಣುವಾಗಲೀ ಅಥವಾ ನೀರಿನ ಅಣುವಾಗಲೀ, ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಕಾರಣ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ

ತೂಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ ಇದನ್ನು ನಾವು ಸೂತ್ರ ತೂಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

- ಈ ಸೂತ್ರ ತೂಕಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು. (ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಪೂರ್ಣ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಗುಣಕಗಳನ್ನು) ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿರುವ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕೆಲವು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಅವನು ಒಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದನು. ಆ ಹಂತಗಳು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತಿವೆ:

- ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಅವರ ಪ್ರಕಾರ ನೀರಿನ ಅಣುಸೂತ್ರ H_2O.
- ಒಂದು ವೇಳೆ ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳೂ ಸರಿಸಮವಾದ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಸಮಾನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅವುಗಳ ಅಣುವಿನ ತೂಕದ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. $M \alpha D$ or $M = kD$, ಎಂದಾದರೆ, ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ k ಸ್ಥಿರಾಂಶವಾಗಿದ್ದು, M ಅಣುವಿನ ತೂಕ ಹಾಗೂ D ಯು ಸಾಂದ್ರತೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.
- ಅನಿಲದ ಅಣುವಿನ ತೂಕವು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ, ಇದರ ಸಾಂದ್ರತೆಯಿಂದ ಸ್ಥಿರಾಂಶವಾದ k ಯನ್ನು ನಾವು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಜಲಜನಕದ ಅಣು ತೂಕ 2 ಹಾಗೂ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅಣು ತೂಕ 32. ಆದ್ದರಿಂದ:

ಅನಿಲ | ಪರಮಾಣು ತೂಕ | ಸಾಂದ್ರತೆ | k=M/D

ಜಲಜನಕ | 2 | 0.09 | 22.25

ಆಮ್ಲಜನಕ | 32 | 1.43 | 22.4

- ಹೀಗಾಗಿ ಸ್ಥಿರಾಂಶ k ಯ ಸರಾಸರಿ ಮೌಲ್ಯ 22.33 (22.25 ಮತ್ತು 22.4ರ ಸರಾಸರಿ)
- ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ನ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ನಾವು ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಸಂಯುಕ್ತ ಅನಿಲಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯಿಂದ ಅವುಗಳ ಅಣ್ವಿಕ ತೂಕವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. (M=kDಯನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿ.)

ಸಂಯುಕ್ತ	ಸಾಂದ್ರತೆ g/l	ಪರಮಾಣು ತೂಕ M=kD	ಶೇಕಡಾವಾರು ತೂಕ			ಮೌಲ್ಯ (ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ) (ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ)			ಸಂಭವನೀಯ ಸೂತ್ರ
			ಇಂಗಾಲ	ಜಲಜನಕ	ಕ್ಲೋರಿನ್	ಇಂಗಾಲ	ಜಲಜನಕ	ಕ್ಲೋರಿನ್	
ಮಿಥೇನ್	0.715	16.0	74.8	25	–	12	4.03	–	CH_4
ಈಥೇನ್	1.340	29.9	79.8	20	–	23.9	6.04	–	C_2H_6
ಕ್ಲೊರೋ–ಈಥೇನ್	2.88	64.3	37.2	7.8	55	23.9	5.02	35.04	C_2H_5Cl
ಕ್ಲೋರೊ ಫಾರ್ಮ್	5.34	119.1	10.05	0.85	89.1	12.2	1.01	106.2	$CHCl_3$
ಇಂಗಾಲದ ಟೆಟ್ರಾ ಕ್ಲೋರೈಡ್	6.83	152.6	7.8	–	92.9	11.01	–	141	CCl_4

- ಈ ಮೇಲಿನ ವಿಷಯವನ್ನು ದತ್ತಾಂಶಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ ಎಂದು ನೋಡೋಣ. 4ನೇ ಹಂತವು ಮಿಥೇನ್‌ನ ಪರಮಾಣು ತೂಕ 16 ಎಂದು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ (M=kD ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ). ಮಿಥೇನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಶೇಕಡಾವಾರು ಪ್ರಮಾಣ 74.8 (ಪಟ್ಟಿ 2). ಅಂದರೆ, 100 ಗ್ರಾಂ ಮಿಥೇನ್ 74.8 ಗ್ರಾಂ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ 16 ಗ್ರಾಂ ಮಿಥೇನ್ (ಮಿಥೇನ್‌ನ ಒಂದು ಅಣು) $(74.8/100) \times 16 = 12$ ಗ್ರಾಂ ನಷ್ಟು ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿರುವ ಉಳಿದ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನೂ ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.
- ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಒಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದ್ದೇವೆ. ಮುಂದೆ ನಾವು ಈ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಲ್ಲಿನ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಕನಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣ ಕುರಿತು ನೋಡೋಣ. ಪ್ರತೀ ಸಂಯುಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಅಣು ವಿಭಿನ್ನ ಮೊತ್ತದ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಸಂಯುಕ್ತದ ಒಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಟ 12 ಗ್ರಾಂ ನಷ್ಟು ಇಂಗಾಲವಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ನಾವು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವನ್ನು 12 ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು, ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಒಂದಾದರೂ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅನಂತರದ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಗಳ ಒಂದು ಅಣುವು 6ಗ್ರಾಂ ಅಥವಾ 4ಗ್ರಾಂ ಇಂಗಾಲವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದರೆ. ನಾವು ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ, ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು 12 ಎಂದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.
- ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಇತರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಮುಂದಿನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹಂತಗಳು

ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ರುಯೆ ಗೋಷ್ಠಿಯಿಂದಾಗಿ ಈ ವಿಷಯವು ಬಗೆಹರಿಯಿತು ಎಂದೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಿದ್ದೂ ಐಸೋಟೋಪ್‌ಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ಪ್ರತಿ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಅನನ್ಯ ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ವಿಚಾರಧಾರೆಗೆ

ಕೆಲವು ಹೊಸ ಸವಾಲುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದವು. ಆವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಭಿನ್ನರಾಶಿಯ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದವು.

ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಶುದ್ಧ ಮತ್ತು ಆನ್ವಯಿಕ ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಘಟನೆಯವರು ಮತ್ತೊಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯ ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ ಕೆಲವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕವು ಆ ಮೂಲವಸ್ತು ಎಲ್ಲಿಂದ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ದೊರಕಿತು ಎನ್ನುವುದರ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು. ಇದು ವಿವಿಧ ಪ್ರದೇಶ ಮತ್ತು ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಬದಲಾಗುವ ಸಮ ಸ್ಥಾನೀಯ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಹಾರವಾಗಿ ಸೂಚಿಸುವ ಸಲಹೆಯೇನೆಂದರೆ, ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ಒಂದು ಏಕೈಕ ಮೌಲ್ಯವನ್ನಾಗಿ ವರದಿ ಮಾಡದೇ ಒಂದು ಶ್ರೇಣಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ನಾವು ಈ ಎಲ್ಲ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳ ವಿವರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೇಳುವುದಿಲ್ಲ, ಆದರೆ ನಾವೆಲ್ಲರೂ ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಪೀರಿಯಾಡಿಕ್ ಟೇಬಲ್‌ನಲ್ಲಿ ವರದಿಯಾಗಿರುವ ಅಣು ತೂಕವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ನಮೂದಿಸುವುದು ಸುಲಭವಾದ ಕಾರ್ಯವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ಎಂದು ಇಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿಗೆ ನಿಮಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ಇದು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳನ್ನು (ಅವಗಾಡ್ರೊ ಸಂಖ್ಯೆ) ಎಣಿಸುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದ್ದು ಇವತ್ತಿಗೆ ನಾವು ಇದೇ ಅಂತಿಮ ಎಂದು ಆಲೋಚಿಸುವಂತಹ ಉತ್ತರವನ್ನು ನೀಡಿದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಕೇಳುವುದು ಇದೇ ಕೊನೆಯೇ?

__ಸುಶೀಲ್ ಜೋಶಿ__ ಒಬ್ಬ ಸ್ವತಂತ್ರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖಕರು ಮತ್ತು ಅನುವಾದಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಪಿ.ಎಚ್‌ಡಿ ಪದವಿಯನ್ನು ಬಾಂಬೆಯ ಐಐಟಿಯಿಂದ ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದ ಅನಂತರ 1982ರಲ್ಲಿ ಹೋಶಂಗಾಬಾದ್ ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನಾ ಯೋಜನೆಗೆ ಸೇರಿದರು ಮತ್ತು 2012ರಲ್ಲಿ ಈ ಯೋಜನೆಯು ಅಂತ್ಯವಾಗುವವರೆಗೂ ಇಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿದರು.

__ಉಮಾ ಸುಧೀರ್__ರವರು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ.ಎಚ್‌ಡಿ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಪದವಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು 12 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಏಕಲವ್ಯದವರ ಜೊತೆ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದು ವಿಜ್ಞಾನ ಬೋಧನಾ-ಕಲಿಕಾ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಲು ತಮ್ಮ ಕೊಡುಗೆಯನ್ನು ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೇ ಪ್ರಮುಖ ಬೋಧನಾ ತಂತ್ರಗಳೊಂದಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೋಧಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಶಿಕ್ಷಕರ ತರಬೇತಿಯನ್ನೂ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. __ಅನುವಾದಕರು:__ ಸುಧಾ ಮಂಜುನಾಥ್